

超音波顕微鏡を用いたラット膝関節不動化モデルにおける滑膜の機械的特性の評価

著者	萩原 嘉廣
号	2171
発行年	2005
URL	http://hdl.handle.net/10097/22753

氏 名（本籍）

学 位 の 種 類 博 士（医 学）

学位記番号 医博第 2171 号

学位授与年月日 平成 17 年 3 月 25 日

学位授与の条件 学位規則第4条第1項該当

研 究 科 専 攻 東北大学大学院医学系研究科
 (博士課程) 医科学専攻

学位論文題目 Mechanical properties of synovial membrane
in a rat immobilized knee model assessed by
scanning acoustic microscopy
（超音波顕微鏡を用いたラット膝関節不動化モデルにおける滑膜の機械的特性の評価）

(主 査)

論文審査委員 教授 国 分 正 一 教授 田 林 暁 一

教授 上 月 正 博

論文内容要旨

背景

関節可動域の減少と定義される関節拘縮は、日常診療においてしばしば遭遇する。その原因として大きく筋原性由来と関節性由来に分けられる。筋組織を除去後にも関節可動域制限がみられることから、主な関節拘縮の原因は関節性由来と考えられている。不動化関節における関節内変化としてこれまで滑膜組織の増生とその関節軟骨への癒着が報告されてきた。しかし不動化モデルにおいても滑膜組織の増生とその関節軟骨への癒着が見られない報告も散見される。ラット膝関節屈曲不動化モデルで滑膜組織の萎縮性変化が特に後方滑膜組織で顕著との報告があり、滑膜組織の組成の変化、弾性の変化が予想される。

音速は組織の弾性と関係しており、組織の音速を計測する目的で超音波顕微鏡は開発された。音速の変化は組織を構成するコラーゲンのタイプの変化を反映している報告があり、超音波顕微鏡は直接弾性を計測できない組織の音速を計測する有効な手段である。

目的

ラット膝関節屈曲不動化モデルにおける滑膜組織の経時的な機械的特性の変化を超音波顕微鏡を用いて調べること。

方法

ラットの片側膝を皮下経路、関節外にプラスチックプレートと金属性スクリューを用いて 140 度屈曲位に固定し、1, 2, 4, 8, 16 週後にパラフォルムアルデヒド（±グルタルアルデヒド）を用いて灌流固定を行った。対象群はスクリューのみを挿入した。実験群、対象群とも各週 6 匹ずつ作製した。パラフィン包埋後、膝関節内顆中央を通る矢状面の切片を作製した。Masson-Goldner 染色を行い、滑膜組織の形態的变化を観察した。超音波顕微鏡を用いて前方、後方滑膜の音速を計測した。画像処理ソフトを用いて各群の滑膜組織の音速を算出し、統計処理を行った。

結果

後方滑膜組織は経過とともに線維性組織に変化した。後方滑膜組織の平均音速は 1, 2, 4 週間の実験群で対象群と比較して有意差は無かったが、8, 16 週間の実験群で有意に上昇していた。前方滑膜組織ではすべての期間で音速は対象群と比較して有意差がみられなかった。

考 察

屈曲拘縮モデルにおいて前方滑膜組織と違って後方滑膜組織の音速が上昇しており，この弾性の変化が屈曲拘縮モデルにおける伸展制限の原因の一つと考えられた。

審 査 結 果 の 要 旨

ギプス固定などによる滑膜関節の不動化によって生じる関節拘縮の発生機序として、これまで滑膜組織の増生とその関節軟骨への癒着が報告されてきた。また、滑膜組織の萎縮性変化が特に後方滑膜組織で著しいとの報告がある。そこで、本研究では、滑膜組織の組成の変化とそれに伴う弾性率の変化を予想し、ラット膝関節屈曲位不動化モデルにおける滑膜組織の経時的な機械的特性の変化を超音波顕微鏡によって調べた。

屈曲位不動化の方法は、膝関節を 140 度屈曲位で、片側の大腿骨・脛骨間を皮下経路で、関節外にプラスチックプレートと金属性スクリューを用いて固定した。対象群はスクリューのみを挿入した。所定の期間の経過の後に、膝関節内顆中央を通る矢状面の切片を作製し、① 滑膜組織の形態的变化を観察した。② 超音波顕微鏡を用いて前方、後方滑膜の音速を計測した。

結果は、後方滑膜組織が時間の経過とともに線維性組織に変化した。後方滑膜組織の平均音速は 1, 2, 4 週間の不動化群で対象群と比較して有意差はなかったが、8, 16 週間の不動化後に有意に上昇していた。一方、前方滑膜組織ではすべての期間で音速は対象群と比較して有意差はなかった。

本研究は、関節の屈曲位不動化によって後方滑膜組織の音速が上昇する、即ち弾性率が高くなることを初めて明らかにし、この弾性率の変化が伸展制限の原因の一つと結論した。本研究の独創性は、力学的試験機に拠らずに、超音波顕微鏡を用いて組織切片上で滑膜組織の機械的特性を調べ、拘縮の機序解明を一步進めたことにある。従って、本論文は博士（医学）の学位論文として合格と認める。